

Nota Técnica

DATOS COMPLEMENTARIOS DE EROSION, ESCORRENTIA Y PERDIDA DE NUTRIMENTOS EN CERBATANA DE PURISCAL: RESULTADOS 1991 1/*

Wilhelm-Günther Vahrson **
Gilberto Palacios **

ABSTRACT

Erosion, runoff and nutrient losses in Cerbatana de Puriscal, Costa Rica: results of 1991. We measured soil erosion, runoff and nutrient losses in four measuring plots in Cerbatana de Puriscal, Costa Rica, during the year 1991. The highest erosion we determined in a plot with corn, beans and tobacco, followed by two plots with coffee and one plot with pasture. Compared with the 1990 values, the erosion and runoff increased in the coffee plantations, due to management problems, meanwhile in the pasture, the runoff decreased because of an increase of infiltration due to a reduction of grazing animals. The most important problems we observed in the tobacco plantation, where the completely uncovered soil is protected only by inadequate mechanical protection practices.

INTRODUCCION

La erosión hídrica es un problema ecológico muy importante en los trópicos sobre el cual falta todavía una cuantificación adecuada (Vahrson, 1991). La zona de Puriscal es un sitio de Costa Rica particularmente señalado por sus problemas de erosión en el que existen desde 1989 parcelas sobre las cuales se está efectuando dicha cuantificación. La determinación de las tasas de erosión hídrica, pérdida de suelos, pérdida de nutrientes y factores que intervienen en estos procesos para el año 1990 en esta localidad de Cerbatana están expuestos detalladamente en Vahrson y Cervantes (1991) y Cervantes y Vahrson (1992). Los análisis están basados en las observaciones de una estación meteorológica y de

4 parcelas bajo diferentes cultivos representativos de la zona: café (2 parcelas), pasto y maíz/frijol/tabaco. Las parcelas de café y pasto existen desde 1989, sin embargo para analizar más detalladamente el problema de cultivos en limpio, se construyó en abril de 1991 una parcela adicional con frijol/tabaco.

El objetivo de este otro trabajo fue el de adjuntar los datos preliminar es del segundo año de resultados de este experimento, 1991.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación y características del ensayo

El ensayo está ubicado en Cerbatana de Puriscal, Costa Rica, América Central (9°50', 84°21', elevación 1100 msnm).

Las parcelas poseen dimensiones de 20X7 m², con pendientes entre 55 y 60%; los suelos están clasificados como Udic Haplustalfs (Cervantes y Vahrson, 1992; Alvarado *et al.*, 1982). Al final de cada parcela, una acequia tipo Gerlach recoge el agua y el suelo desprendido y lo pasa a un sistema de medidores y muestreadores. El muestreo se efectúa diariamente (en el transcurso de la mañana), por personal de la Dirección General Forestal de Puriscal.

1/ Recibido para publicación el 14 de diciembre de 1992.

* Este trabajo se realiza mediante el Convenio entre la Universidad Nacional, la Dirección General Forestal y el Proyecto de Desarrollo Agrícola Forestal Puriscal-Acosta.

** Programa de Investigación y Extensión MADE (Morfoclimatología Aplicada y Dinámica Exógena), Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Los parámetros meteorológicos se determinan en una estación meteorológica ubicada a la par del experimento y equipada con: pluviómetro, pluviógrafo, higrómetrografo y anemógrafo.

Características climáticas

El clima de la zona clasifica como tropical húmedo, con una marcada estación seca que dura de diciembre hasta abril. Las lluvias promedio anuales llegan, en la estación Puriscal, a 2541 mm anuales. El valor de la erosividad anual promedio (factor R de la EUPS) de la misma estación fue calculado en 255 unidades, un valor moderado para las condiciones climáticas de Costa Rica (Vahrson, 1990). Aquí se debe agregar que el área de estudio, aunque se encuentra a una distancia de sólo 4 km de Puriscal, aparentemente pertenece a un régimen más húmedo que el anteriormente descrito para la estación Puriscal.

La situación climática mensual durante el año 1991 se resume en el Cuadro 1. Los meses de enero y febrero muestran respectivamente poca y ninguna precipitación; a principios de marzo ocurrió una tormenta importante en forma aislada, y a partir de finales de marzo ocurren las lluvias con cierta regularidad, mostrando un primer máximo durante el mes de mayo y valores todavía altos durante el mes de junio. El veranillo del año 1991 se prolongó por aproximadamente 7 semanas en forma extraordinaria: comenzó en los principios del mes de julio y duró casi todo el mes de agosto. Las lluvias volvieron a finales de agosto, para terminar a finales de diciembre. Durante todo el año 1991 las lluvias sumaron sólo 2203 mm, un valor considerado como bajo.

Los procedimientos metodológicos empleados para las mediciones de campo así como para las determinaciones de nutrimentos fueron los

Cuadro 1. Intensidades máximas observadas en la estación de Cerbatana de Puriscal, 1991.

Duración (min)	Volumen (mm)	Intensidad (mm/h)	Período de retorno (años)
5	10,6	127,2	2
10	17,6	105,6	2
15	27,0	108,0	2
30	44,0	88,0	5 - 10
60	65,2	65,2	2 - 5
90	66,4	44,3	2
120	67,5	33,8	2 - 5
1440	90,8	3,8	2 - 5

mismos empleados en el año anterior, por lo que pueden encontrarse expuestos en detalle en Cervantes y Vahrson (1992).

RESULTADOS Y DISCUSION

Escorrentía y erosión, valores diarios, mensuales y anuales

Un resumen de las tendencias y los valores de la escorrentía y erosión a nivel mensual, se presenta en el Cuadro 2.

Se puede ver que en todas las parcelas los valores más altos de la escorrentía y de la erosión están concentrados en la segunda mitad de la época lluviosa, mientras que durante el mes de mayo, aunque presentó la mayor precipitación con intensidades importantes, la escorrentía y la erosión mantuvieron valores de bajos a moderados.

Una explicación de este fenómeno es que durante el mes de mayo, el suelo todavía no estaba muy saturado y poseía una capacidad de infiltración mayor.

Café

En el año 1991 las parcelas bajo café aumentaron de manera considerable sus tasas de escorrentía y erosión (1990: 27,9 mm y 1500 kg/ha en café 1; 13,3 mm y 180 kg/ha en café 2). Para este fenómeno se pueden dar las siguientes explicaciones:

- Durante el año 1990 existieron barreras vivas de zacate de limón en las parcelas, que se perdieron completamente en el año 1991.

- Durante el año 1990 el suelo tenía una buena cobertura de zacate corto en las parcelas de café, especialmente en la parcela café 2. Esta cobertura fue eliminada por medio de herbicidas, dejando al suelo desprotegido.

- La sequía durante los meses de julio y agosto provocó una maduración irregular y adelantada del café. Esto obligó a una cosecha prolongada que comenzó en el mes de setiembre y se extendió durante los meses de octubre y noviembre. Los recolectores entraron muchas veces a las parcelas en el momento en que el suelo estaba más vulnerable por su alto grado de saturación con agua, y provocaron el desprendimiento del suelo y la compactación de la superficie.

La pérdida de nutrimentos por la erosión fue baja y llegó, basándose en los valores de la pérdida de suelo, a los montos expresados en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Precipitación, escorrentía superficial y erosión en Cerbatana de Puriscal, valores mensuales durante 1991.

Mes	Prec Esc [mm]	Café 1		Café 2		Pasto		Tabaco	
		Eros [mm]	esc [kg/ha]	eros [mm]	esc [kg/ha]	eros [mm]	esc [kg/ha]	eros [mm]	[kg/ha]
EN	51,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
FE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
MA	120,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
AB	160,6	0,2	15,9	0,2	27,7	0,0	0,0	-	-
MY	450,0	2,2	18,1	1,7	4,4	2,6	19,8	2,1	1409
JU	241,3	3,2	113,4	4,0	64,0	5,4	15,3	4,0 *	89 *
JL	51,6	0,04	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,05	27
AG	246,7	1,2	291,5	2,1	489,3	2,59	322,3	1,1	1744
SE	368,7	7,8	311,5	8,8	633,3	5,0	12,1	16,5 *	4006 *
OT	383,9	17,0	1942,0	12,1	452,8	7,1	59,7	15,7	2982
NO	110,8	3,2	549,0	4,6	704,4	2,5	6,5	1,8	66
DC	18,2	0,5	5,4	0,8	26,5	0,1	0,2	0,0	32
TOTAL	2203,4	35,4	3247,0	34,4	2402,0	25,4	435,0	41,3	0358

* incompleto por desbordamiento en un día.

Cuadro 3. Nutrimentos arrastrados en el material erosionado en Cerbatana de Puriscal durante 1991.

	Café 1	Café 2	Pasto	Tabaco
P	39,0 g	48,0 g	7,8 g	165,7 g
Ca	11,5 kg	8,8 kg	1,4 kg	34,2 kg
Mg	2,6 kg	1,5 kg	0,3 kg	7,1 kg
K	3,6 kg	4,0 kg	0,6 kg	16,4 kg
Cu	6,8 g	4,1 g	2,3 g	34,2 g
Fe	83,2 g	50,0 g	11,5 g	344,9 g
Mn	7,1 g	4,3 g	0,6 g	14,5 g
MO	178,6 kg (n=5)	79,3 kg (n=4)	28,3 kg (n=2)	725,0 kg (n=14)

Pasto

En esta parcela, durante el año 1991, se pudo observar una reducción notable de la escorrentía, pues bajó de 51,1 mm en el año 1990 a 25,4 mm durante el año 1991, mientras la pérdida de suelos mantuvo su nivel bajo (373 kg/ha en el año 1990, 435 kg/ha durante el año 1991). Esta reducción de la escorrentía puede estar relacionada con el cambio que se ha dado en esta parcela: el pastoreo y la carga animal están claramente reducidos y los alrededores de la parcela están ahora reforestados con cítricos (la parcela misma no). Partes de la parcela, especialmente los últimos metros (alrededor de 5) cerca del recolector, poseen una cobertura densa de zacate y pequeños

arbustos, y parece existir un aumento de la bioactividad por hormigas cerca de la acequia. Sin embargo, un cambio de las características edáficas tan rápido y fuerte y un cambio del patrón de la escorrentía superficial parece todavía inseguro.

Tabaco

La parcela de tabaco se estableció durante el mes de abril en un terreno que antes estaba utilizado como cafetal y entró a funcionar en el mes de mayo. En esta parcela, la gran cantidad de material erosionado más hojas y ramas acumuladas en la acequia taparon el desagüe y causaron un desbordamiento de la acequia en 2 ocasiones. Por lo tanto, los valores presentados de la erosión y escorrentía corresponden a valores mínimos.

Durante la primera parte de la época lluviosa, la parcela estaba cultivada con maíz/frijoles, con un rendimiento muy bajo. A finales de julio, se sembró el tabaco. Esta siembra se efectuó al contorno, colocando las plantas pequeñas en montículos de suelo acumulado. Así se obtuvo una secuencia de pequeñas zanjas al contorno con un fondo relativamente compacto y montículos de suelo suelto acumulado, que aumentaron la rugosidad superficial y el potencial de retener el agua superficialmente. Esta medida de conservación es obligatoria e impuesta por las tabacaleras. De acuerdo con Hudson (1981), esta metodología está solamente indicada para zonas con pendientes suaves y pocos problemas de erosión.

Las pequeñas plantas de tabaco sufrieron cierto estrés por falta de agua por el veranillo prolongado, pero lograron mantenerse hasta el reinicio de la época lluviosa. El cultivo de tabaco se mantuvo completamente en limpio, dejando el suelo totalmente desprotegido durante el primer mes de su desarrollo. La cobertura aumentó conforme crecieron las plantas de tabaco, sin embargo, esta cobertura, por el diseño de las hojas del tabaco no necesariamente aumenta la protección del suelo: el agua se acumula en estas hojas y forma así gotas más grandes, que pueden provocar una mayor salpicadura del suelo.

Las partes más vulnerables por la erosión fueron los montículos de suelo acumulado que mostraron después de lluvias fuertes la formación de pequeños surcos y en algunos sitios hasta fueron lavados casi completamente.

A pesar de estas medidas de conservación de suelos y a pesar de un registro no totalmente completo, los valores de la escorrentía y de la erosión son los más altos observados en todas las parcelas, lo que indica un problema ecológico muy importante. Como en las otras parcelas, el mayor problema se dió durante la segunda mitad de la época lluviosa, con una pérdida cerca de 9 t/ha.

Las pérdidas de nutrientes por la erosión en esta parcela fueron bajas (Cuadro 3) y semejantes a los observados por Kang y Lal (1981). Sin embargo, el problema de erosión y escorrentía no se puede valorar en términos económicos, determinando sólo el costo para sustituir los nutrientes perdidos. Los problemas existentes pueden observarse claramente en el campo en sitios donde el horizonte A del suelo ha sido lavado, y donde el crecimiento de las plantas del tabaco es significativamente inferior, lo que sugiere que este sistema de conservación de suelos implementado para el cultivo del tabaco parece obsoleto. En general, es posible comprobar que los problemas de erosión y de escorrentía disminuyen conforme aumenta el grado de cobertura directa del suelo por plantas bajas.

RESUMEN

En este estudio, se presentaron las tasas de erosión y escorrentía superficial así como la pérdida de nutrientes observadas en 4 parcelas instaladas en Cerbatana de Puriscal, Costa Rica durante el año 1991. Las mayores pérdidas de suelo (alrededor de 12 t/ha) se observaron en una parcela de tabaco, seguidas por 2 parcelas de café (2,4 -

3,2 t/ha) y una parcela de pasto (0,4 t/ha). En comparación con el año anterior, se da un aumento de la erosión y de la escorrentía en las parcelas de café, debido a problemas del manejo de los cafetales. En el pasto, la escorrentía se redujo en manera considerable por una mayor infiltrabilidad del suelo, debido a una menor carga animal. El mayor problema se presenta en el cultivo del tabaco, donde el suelo descubierto en combinación con obras de conservación inadecuadas produce una mayor escorrentía y erosión.

AGRADECIMIENTO

Debemos agradecerles en forma muy especial al personal de la Dirección General Forestal Ing. Francisco Fernández, Ing. Hector Arce y Técnico Jorge Díaz; al Programa PRODAF, en especial al Dr. H. Frömberg y Dr. L. Espinoza por la discusión continua y el financiamiento parcial; al personal del Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Dr. Carlos Cervantes y Sra. Aída Lobo por los análisis de los nutrientes, y finalmente a los agricultores Don Domingo, Don Antonio y Don Rodrigo Moreno que permitieron la instalación de nuestras parcelas en sus fincas en Cerbatana de Puriscal.

LITERATURA CITADA

- ALVARADO, A.; GLOVER, N.; OBANDO O. 1982. Reconocimiento de los suelos de Puriscal-Salitrales y Tabarcia-San Ignacio de Acosta, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Catie, 105 p.
- CERVANTES, C.; VAHRSON, W.-G. 1992. Características físicas y pérdida de suelos y nutrientes en Cerbatana de Puriscal. *Agronomía Costarricense* 16(1): 99-106.
- HUDSON, N. 1981. *Soil Conservation*. London, Batsford. 324 p.
- KANG, B.T.; LAL, R. 1981. Nutrient losses in water runoff from agricultural catchments. In LAL, R.; RUSSEL, R. W. 1981. *Tropical agricultural hydrology*. Chichester, New York, Brisbane, Toronto. John Wiley and Sons. pp. 153 - 161
- VAHRSON, W.-G. 1990. El potencial erosivo de las lluvias en Costa Rica, América Central. *Agronomía Costarricense*, 14(1): 15-24.
- VAHRSON, W.-G. 1992. Runoff, soil erosion and nutrient losses in a tropical environment. Results of Cerbatana de Puriscal, Costa Rica. *J. Soil and Water Cons.*, in press.
- VAHRSON, W.-G. 1991. Taller de Erosión de Suelos. Resultados y recomendaciones. *Agronomía Costarricense* 15(1/2): 197-203.
- VAHRSON, W.-G.; CERVANTES, C. 1991. Tasas de erosión y escorrentía superficial en Puriscal, Costa Rica. Turrialba 41(2). in press.